

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication : **2 570 841**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

⑫ N° d'enregistrement national : **84 14706**

⑬ Int Cl<sup>a</sup> : G 02 B 6/42; G 01 M 11/02; H 04 B 9/00.

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

⑭ Date de dépôt : 25 septembre 1984.

⑮ Priorité :

⑯ Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 13 du 28 mars 1986.

⑰ Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑱ Demandeur(s) : *Société dite : THOMSON-CSF, société  
anonyme. — FR.*

⑲ Inventeur(s) : Luigi d'Auria et Guy Chevalier.

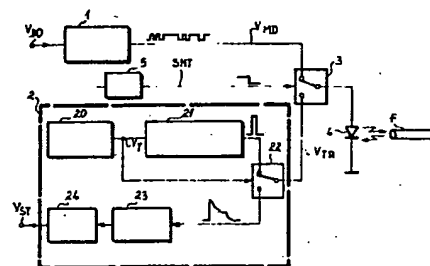
⑳ Titulaire(s) :

㉑ Mandataire(s) : Philippe Guilguet, Thomson-CSF, SCPI.

㉒ Dispositif optoélectronique émetteur-récepteur dans un système de transmission d'informations par fibre optique  
comprenant un organe de test *in situ*.

㉓ Selon l'invention, le dispositif comprend des moyens de  
commutation 3 connectant alternativement des circuits de test  
2 du type utilisant une méthode de mesure par rétrodiffusion  
d'énergie guidée par une fibre optique *f* et des circuits de  
modulation 1 à une diode semi-conductrice 4 couplée optique-  
ment à une fibre optique *f* formant canal de liaison. La diode 4  
est du type fonctionnant en émetteur de lumière lorsqu'elle est  
polarisée en sens direct et détecteur de lumière de même  
longueur d'onde lorsqu'elle est polarisée en sens inverse.

Application aux transmissions d'informations par un canal à  
fibre optique.



FR 2 570 841 - A1

1

DISPOSITIF OPTO-ELECTRONIQUE EMETTEUR-RECEPTEUR  
DANS UN SYSTEME DE TRANSMISSION D'INFORMATIONS  
PAR FIBRE OPTIQUE COMPRENANT UN ORGANE DE TEST IN SITU.

La présente invention concerne un dispositif opto-électronique émetteur-récepteur pour des transmissions d'informations par une liaison à fibre optique du type comprenant une source d'énergie radiante, un organe de modulation de l'intensité optique émise par cette source par de l'informa-  
5 tion à transmettre, ce module étant couplé optiquement à la ligne de transmission à fibre optique et comprenant un organe de test in situ de paramètres optiques associés à la ligne de transmission.

L'invention s'applique plus particulièrement aux transmissions à haut débit et/ou pour lesquelles un degré de sécurité de transmission important  
10 est recherché.

Une des applications les plus importantes des fibres optiques est la transmission optique de données, de types numériques ou analogiques. Dans ce cadre d'application, les fibres optiques constituent le canal de liaison entre des organes émetteurs ou sources, et des organes récepteurs. Le plus  
15 souvent, il est difficile ou voire impossible d'utiliser des fibres optiques fabriquées d'un seul tenant. On doit donc réaliser des connexions fibre à fibre, soit permanentes, soit amovibles. En outre, des couplages optiques doivent être réalisés entre les organes d'émission et de réception, d'une part, et la fibre optique de liaison, d'autre part.

20 Il est particulièrement important, notamment pour les liaisons optiques à grande distance de minimiser au maximum les pertes de transmission dues à ces connexions et couplages.

En outre, comme il est connu, les liaisons peuvent être du type multimode ou monomode, ce dernier type autorisant des liaisons à plus fort  
25 débit et à plus faible atténuation sur de longues distances. Pour cette raison, dans le cadre de ces applications, des fibres optiques de ce dernier type sont généralement retenues.

Cependant, pour tirer un profit maximum des possibilités offertes par les fibres monomodes, il est nécessaire de réaliser les connexions avec un

soin accru, vues notamment les faibles dimensions géométriques de ces fibres optiques.

Pour fixer les idées, des fibres à hautes performances peuvent présenter aux longueurs d'ondes habituellement utilisées, des pertes qui  
5 peuvent descendre jusqu'à des valeurs de 0,2 dB/km.

Il est, en outre, le plus souvent nécessaire de s'assurer de l'état de transmissibilité de la ligne et pour ce faire de mesurer différents paramètres optiques liés à cette ligne, principalement l'atténuation optique apportée par l'ensemble des éléments de la chaîne composant la ligne. Ces  
10 mesures ont pour but de détecter soit des interruptions de la ligne, c'est le cas d'une panne totale, soit d'en déduire à partir de l'atténuation mesurée la puissance d'émission nécessaire pour obtenir une transmission d'information inférieure à un taux d'erreur prédéterminé. Ce taux peut être calculé ou obtenu à partir de données statistiques.

15 Enfin, pour des transmissions à très haute sécurité dans lesquelles la confidentialité doit être garantie, ces mesures peuvent avoir pour but de déterminer s'il existe un risque d'écoute illégale. Ce risque peut être évalué par l'apparition d'atténuations optiques anormales.

Il peut être également intéressant de localiser soit la portion défectueuse d'une ligne de transmission pour des raisons de maintenance, soit  
20 l'endroit d'une intrusion probable pour des raisons de sécurité.

Pour toutes ces raisons, il est nécessaire de disposer d'un organe de test in situ et, de façon préférentielle, de test, sinon "en temps réel", du moins en quasi-simultanéité avec l'émission de données utiles.

25 En outre, l'organe de test ne doit pas apporter de perturbations supplémentaires significatives à la ligne de transmission pour les raisons qui viennent d'être exposées.

Or, les procédés permettant d'effectuer les contrôles et mesures de test qui viennent d'être rappelés sont, en général, basés sur des méthodes  
30 dites de "mesure par rétrodiffusion".

Lorsqu'on injecte une impulsion lumineuse dans une fibre optique, une partie de l'énergie lumineuse véhiculée par cette impulsion est diffusée par le matériau constituant la fibre optique.

La méthode de mesure par rétrodiffusion tire profit de ce phénomène. En effet, une infime partie de l'énergie diffusée peut être conduite par la fibre optique et retransmis vers l'émetteur de lumière. En collectant cette énergie rétrodiffusée et en la détectant, on peut recueillir un signal qui, une  
5 fois analysé, permet notamment de contrôler l'atténuation de la fibre, de donner sa longueur et de localiser la présence de défauts. Cette méthode est extrêmement utile, car elle permet d'effectuer une cartographie d'une fibre optique ou d'une liaison complète à partir d'une seule extrémité.

Un appareil de mesure par rétrodiffusion comprend généralement une  
10 source, par exemple une diode laser ou un laser YAG, émettant des impulsions de courte durée (typiquement de l'ordre de 100 ns) et très puissantes. Ces impulsions sont transmises à une première branche d'un coupleur directionnel à trois branches et injectées par l'intermédiaire d'une deuxième branche de ce coupleur dans une fibre optique à mesurer.  
15 L'énergie rétrodiffusée est reçue par cette même branche et transmise par la troisième branche à des moyens opto-électroniques de détection reliés en sortie à un amplificateur. Des moyens de visualisation, par exemple un oscilloscope ou une table traçante, reçoivent sur une entrée de synchronisation un signal électrique en simultanéité de temps avec l'émission de  
20 l'impulsion lumineuse et sur une autre entrée le signal de sortie de l'amplificateur. L'évolution en fonction du temps du signal est en relation biunivoque avec les variations des propriétés optiques locales le long de la fibre optique.

Dans un système de transmissions par fibres optiques, on peut naturellement  
25 associer au module d'émission de données un organe de test du type qui vient d'être décrit et utiliser la même source laser pour l'émission d'informations utiles et d'impulsions lumineuses aux fins du test à réaliser.

Cependant, pour la réception de la lumière rétrodiffusée, il est nécessaire de créer une dérivation optique ce qui implique une structure plus  
30 complexe et surtout l'apparition inévitable d'une atténuation optique supplémentaire due à cette dérivation.

L'invention vise à satisfaire les besoins évoqués tout en obviant les inconvénients de l'Art Connu. Pour ce faire, le dispositif optoélectronique selon l'invention comprend une diode laser pouvant alternativement servir

d'émetteur et de récepteur de lumière. Cette propriété permet de concevoir un dispositif optoélectronique ayant une double fonction :

- module d'émission pour transmission haut débit sur fibre monomode ;
- module de test de la ligne de transmission par envoi d'une impulsion lumineuse et analyse du signal optique rétrodiffusé.

Le dispositif selon l'invention résoud donc de façon simple et efficace le problème du test in situ de la ligne de transmission.

Il évite toute manipulation ou commutation spatiale nécessaire dans les dispositifs de l'Art Connu pour effectuer un test similaire. Il n'introduit pas de pertes additionnelles dues habituellement aux coupleurs nécessaires aux mesures de rétrodiffusion des fibres optiques.

L'invention a donc pour objet un dispositif opto-électronique émetteur-récepteur dans un système de transmission d'informations par un canal à fibre optique entre des première et seconde stations comprenant une source d'énergie radiante, des circuits de modulation de l'intensité optique émise par cette source par des signaux représentant des informations à transmettre et des circuits de test in situ, par la méthode de mesure utilisant la rétrodiffusion d'énergie lumineuse guidée dans une fibre optique, de paramètres optiques associés audit canal de liaison, comprenant des circuits de génération de signaux électriques impulsionnels, caractérisé en ce que la source d'énergie radiante est une diode semiconductrice qui, polarisée dans le sens direct, émet de la lumière d'une longueur d'onde déterminée et qui, polarisée en sens inverse, est détectrice de lumière de même longueur d'onde ;

et en ce qu'il comprend des circuits de sélection d'un mode test et d'un mode transmission d'informations générant un signal de commande à deux états, chaque état sélectionnant l'un desdits modes, des premiers moyens de commutation à deux voies commandés par ce signal connectant alternativement ladite diode semiconductrice aux circuits de test et aux circuits de modulation ; les circuits de test comprenant en outre des circuits de traitement de signaux électriques reçus de ladite diode semiconductrice et des deuxièmes moyens de commutation connectés à l'une des voies des premiers moyens de commutation de manière à connecter ladite diode semiconductrice aux circuits de génération de signaux électriques impulsion-

nels pendant la durée de ces signaux et aux circuits de traitement de signaux électriques en l'absence de ces signaux.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à l'aide de la description qui suit en référence aux figures annexées et parmi lesquelles :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'un dispositif de mesure par rétrodiffusion de l'art connu ;

- les figures 2 et 3 sont des diagrammes illustrant le fonctionnement de tels dispositifs ;

- la figure 4 représente schématiquement un dispositif selon l'invention ;

- la figure 5 est un exemple de réalisation concrète d'un tel dispositif ;

- la figure 6 est un diagramme illustrant le fonctionnement de ce dispositif ;

- la figure 7 représente une variante supplémentaire du dispositif conforme à l'invention ;

- la figure 8 est un exemple de réalisation concrète d'un tel dispositif.

Il apparaît tout d'abord utile de décrire brièvement les principaux éléments d'un dispositif de mesure par rétrodiffusion et son fonctionnement.

La figure 1 est un diagramme synoptique d'un dispositif de mesure de l'Art Connu.

Le dispositif comprend un générateur GC d'impulsions de commande alimentant en énergie électrique une source laser S. Les impulsions émises par la source doivent être de courte durée typiquement dans la gamme 50 à 200 ns et de forte puissance instantanée.

La fréquence de répétition doit être adaptée au temps nécessaire à un aller et retour d'une onde guidée parcourant toute la longueur de fibre f à mesurer et réfléchi par l'extrémité opposée à l'extrémité d'injection.

L'impulsion émise est transmise à l'une des branches  $b_1$  d'un coupleur directionnel CD à trois branches  $b_1$ ,  $b_2$  et  $b_3$ . Celui-ci transmet l'impulsion par une deuxième branche  $b_2$  à l'une des extrémités  $f_e$  d'une fibre optique f à mesurer et reçoit, par cette même branche, la lumière rétrodiffusée par la fibre optique f. Cette lumière est discriminée de la lumière incidente par le

coupleur directionnel CD et transmise par la troisième branche  $b_3$  à un détecteur opto-électronique DE qui la convertit en signal électrique représentatif de la puissance optique rétrodiffusée.

Le coupleur directionnel CD peut être constitué simplement par une  
5 lame séparatrice légèrement réfléchissante, par exemple présentant un coefficient de réflexion  $R = 0,04$  et un coefficient de transmission  $T = 0,92$ . De préférence, cette lame est légèrement prismatique de manière à supprimer les réflexions multiples. De nombreuses autres variantes de réalisation sont connues.

10 Le détecteur opto-électronique DE est réalisé à base de tout organe approprié suffisamment sensible pour détecter les faibles signaux rétrodiffusés, par exemple une photodiode à avalanche ou un tube photomultiplicateur.

Les signaux de sortie de ce détecteur sont adaptés et amplifiés par des  
15 circuits électroniques représentés par un simple amplificateur A dont les signaux de sortie sont transmis à une entrée de signal  $e_2$  de moyens électroniques d'exploitation ou de visualisation VISU, par exemple un oscilloscope. Ceux-ci reçoivent sur une entrée de synchronisation  $e_1$  un signal impulsif en simultanéité de temps avec l'émission de l'impulsion d'énergie lumineuse. Par exemple, dans le cas d'un oscilloscope, cette impulsion  
20 permet de démarrer le balayage de l'écran par un spot d'inscription.

La courbe affichée est alors représentative de la configuration optique de la fibre optique en fonction de l'éloignement de la face d'entrée  $f_e$  jusqu'à sa face de sortie  $f_s$  puisqu'il y a correspondance biunivoque entre le temps et  
25 la distance parcourue.

Sur le diagramme synoptique de la figure 1, n'ont été représentés que les éléments principaux constituant l'architecture d'un dispositif de mesure par rétrodiffusion.

Dans la pratique, il est nécessaire d'utiliser des éléments optiques  
30 supplémentaires tels que par exemple objectifs ou lentilles de focalisation et diaphragmes disposés sur les différents trajets optiques.

Cependant, le signal rétrodiffusé, seul utile, est très faible et, notamment, la réflexion d'une partie de l'énergie lumineuse incidente sur la face d'entrée  $f_e$  de la fibre à étudier se traduit par l'apparition d'un écho  
35 parasite d'amplitude beaucoup plus importante que celle du signal utile. Il

est nécessaire en général d'adopter des dispositions pour pallier ce phénomène parasite.

En effet, après émission de l'impulsion de test, aux temps de propagation près, le détecteur D reçoit une partie de la puissance émise, partie  
5 réfléchie par la face d'entrée  $f_e$  de la fibre f. La puissance optique reçue serait alors beaucoup plus importante, en l'absence de précaution, que celle due à la rétrodiffusion au sein de la fibre optique même dans des régions proches de la face d'entrée  $f_e$  pour lesquels l'amplitude du signal de rétrodiffusion est plus importante.

10 Il s'ensuivrait un "aveuglement" du détecteur opto-électronique DE dû au temps de récupération, après saturation, pendant un certain temps. Pendant cet intervalle de temps, toute mesure est inexploitable.

L'énergie reçue due à l'écho pourrait également, avec des détecteurs très sensibles, causer des dommages irréparables.

15 Ensuite, la mesure redevient exploitable.

Aussi, il a été proposé diverses mesures pour atténuer, voire supprimer en grande partie ce phénomène, ces mesures sortent du cadre de l'invention.

A titre d'exemple, on peut tout d'abord "occulter" temporairement la mesure juste après l'émission de l'impulsion de test, ce qui implique que l'on  
20 se résoud à ne pas effectuer de mesure sur le début de la liaison par fibre optique, typiquement plusieurs dizaines de mètres, puisqu'il y a correspondance biunivoque entre temps de transit dans la fibre optique et distance parcourue.

Une autre solution consiste à placer un jeu de polariseur et d'analyseur  
25 respectivement entre la source laser et la branche  $b_1$  du coupleur directionnel CD, et entre le détecteur DE et la branche  $b_3$  du coupleur directionnel CD.

Un appareil de mesure incorporant cette disposition est décrit dans l'article de HARTOG et al paru dans la publication : "Sixth ECOC Conference ; publication n° 190, Post Deadline Papers", pages 5-8.  
30

Cette disposition permet théoriquement de supprimer totalement les échos parasites. Cependant, ce procédé est sensible aux rotations de la direction de polarisation de la lumière rétrodiffusée. En fait, de façon pratique, il ne convient que pour des mesures effectuées sur des fibres multimodes.



En outre, dans tous les cas, il y a introduction de pertes d'insertions substantielles : 3 dB au minimum sur l'amplitude du signal proportionnel à l'énergie rétrodiffusée.

Enfin, des solutions à base d'un filtrage spatial sont connues. Parmi  
5 celles-ci, celle enseignée par la demande de brevet français N° 82.20 304 utilise comme filtre spatial un simple tronçon de fibre optique de caractéristiques opto-géométriques analogues à celles de la fibre testée. Ce tronçon de fibre optique est disposé entre le coupleur directionnel CD et le détecteur opto-électronique D. Cette disposition permet d'éliminer de façon  
10 très efficace l'écho parasite.

La figure 2 illustre l'allure du signal de sortie que fournit le détecteur DE en l'absence de perturbations anormales.

L'axe vertical du diagramme représente en unités arbitraires l'amplitude  $A_D$  du signal de sortie du détecteur et un premier axe horizontal le  
15 temps qui s'écoule après l'instant  $t_0$ , instant arbitraire d'émission d'une impulsion lumineuse par la source laser S.

Il est également représenté, sur un second axe horizontal, des longueurs de fibres puisqu'on peut effectuer une correspondance bi-univoque entre l'instant de réception de l'énergie par le détecteur et la distance  
20 parcourue qui représente un aller et retour de la lumière.

L'intervalle de temps  $t_0 - t_1$  correspond donc à un aller et retour sur toute la longueur de la fibre optique constituant la liaison, soit  $l_{max}$ . Le pic observé à l'instant  $t_1$  correspond à la réflexion sur la face de sortie  $f_s$  de la fibre optique  $f$ .

25 La figure 3 illustre l'allure du signal de sortie fourni par le détecteur DE lorsqu'il y a interruption de la ligne de transmission, par exemple coupure de la fibre  $f$ , à une distance  $l'$  de la face d'entrée  $f_e$  de la fibre optique  $f$ . Il est détecté un pic dans le signal à l'instant  $t'_1$ , l'intervalle de temps  $t_0 - t'_1$  étant inférieur à l'intervalle  $t_0 - t_1$  (figure 2).

30 De façon plus générale, toute perturbation se traduit par des discontinuités dans la courbe  $A_D$  en fonction du temps  $t$ .

Sans rien changer à l'architecture illustrée par la figure 1, le dispositif peut également servir à la transmission d'informations. Il suffit pour cela que le générateur de commande GC module, en dehors des périodes

réservées aux tests, la source laser S à l'aide de signaux de commande, représentant des informations à transmettre à une station réceptrice (non illustrée) couplée à ce qui a été appelé la face de sortie  $f_s$  de la fibre optique f.

5       Cependant, outre la complexité présentée par la partie optique de ce qui serait le dispositif d'émission, il y a obligatoirement introduction de pertes supplémentaires du fait de l'utilisation du coupleur directionnel CD nécessaire à la fonction de test.

10       Un dispositif conforme à l'invention va maintenant être décrit. La figure 4 représente de façon synoptique un tel tel dispositif.

Le dispositif comprend deux circuits principaux : un circuit de modulation 1 recevant des signaux  $V_{DO}$  représentant des données à transmettre et générant sur sa sortie des signaux destinés à moduler l'émission d'une source laser 4, celle-ci étant couplée optiquement, de façon classique, à une fibre  
15       optique f constituant un canal de liaison optique ; et un circuit de test 2 fournissant des signaux impulsionnels de test  $V_{TR}$ .

20       Selon la caractéristique principale de l'invention, la source 4 est une diode semiconductrice pouvant servir alternativement d'émetteur et de récepteur de lumière, selon la polarité de l'alimentation électrique de cette diode.

Un certain nombre de composants semiconducteurs présente cette possibilité, notamment des diodes semiconductrices de type "GaAlAs/GaAs" (Gallium-Aluminium-Arsenic/Gallium Arsenic), "GaAlAs" (Gallium-Aluminium-Arsenic) ou "GaInAsP/InP" (Gallium-Indium-Arsenic-Phosphore/  
25       Indium-Phosphore). Plus particulièrement, dans ce dernier cas, il s'agit préférentiellement de diodes laser de structure connue sous l'abréviation anglo-saxonne "TJS" ("Transverse Junction Stripe" ou jonction transversale ruban).

30       A titre d'exemple parmi d'autres, un tel composant est décrit dans le brevet français FR-B-2 387 519.

Un commutateur 3 sous le contrôle d'un signal de commande SMT, généré par des circuits 5 de sélection des modes respectifs et transmission de données, connecte sélectivement la diode 4 émettrice-réceptrice au circuit de modulation 1 ou au circuit de test 2.

Ce dernier comprend un générateur d'impulsions 20 de très faible durée comparée au temps de parcours aller et retour d'une impulsion lumineuse guidée dans la fibre optique  $f$  de liaison. Ce temps dépend naturellement essentiellement de la longueur de la fibre optique  $f$ , c'est-à-dire de la longueur de la liaison à établir.

Le signal de sortie  $V_T$  du générateur 20, c'est-à-dire une impulsion de tension, est transmis d'une part à un circuit 21 de génération d'impulsion de courant destiné à l'alimentation de la diode 4, et à un commutateur 22 à deux positions.

10 Ce dernier est connecté également à un circuit de réception 23, lui-même en cascade avec un circuit 24 de traitement du signal rétrodiffusé.

Le but du commutateur 22 est de positionner la diode 4 en mode émetteur en la connectant au circuit 21 pendant un intervalle de temps un peu supérieur à la durée de l'impulsion de courant délivrée par ce circuit 21 et ensuite de la positionner en mode récepteur en la connectant au circuit de réception 23.

Le cycle peut être répété plusieurs fois, tant que le signal SMT est actif, sur un mode test.

Le signal de sortie  $V_{ST}$  des circuits 24 de traitement du signal rétrodiffusion est transmis à des organes (non illustrés) d'affichage et de mesure. Ces organes ne diffèrent en rien des dispositifs habituels utilisés dans l'Art Connu à cette fin, par exemple les organes de visualisation VISU de la figure 1.

Bien que représentés sous forme électromécanique, il va de soi que les commutateurs 3 et, en particulier, 22 sont dans la réalité des commutateurs électroniques à semiconducteurs dont les vitesses de commutation sont compatibles avec l'application envisagée.

Le dispositif selon l'invention ne nécessite donc aucune commutation spatiale, la commutation entre les différents modes étant réalisée simplement par un jeu de commutateurs électriques et/ou électroniques. Il n'y a non plus aucune insertion d'éléments optiques introduisant des pertes optiques supplémentaires.

La figure 5 illustre un exemple de réalisation concrète d'un dispositif selon l'invention. La répartition des fonctions est plus diffuse que la

répartition schématique par diagramme de fonctions illustrée sur la figure 4, certains éléments électroniques jouant plusieurs rôles.

On retrouve le générateur d'impulsions 20. Celui-ci est connecté à l'une des entrées du signal d'un amplificateur différentiel A1, l'autre entrée  
5 étant connectée à une tension de polarisation de référence  $V_{PM}$  jouant le rôle de tension de seuil.

Le dispositif comprend une alimentation électrique générale VAL délivrant des tensions positive  $+V_1$  et négative  $-V_2$  par rapport à un potentiel de référence, en l'occurrence le potentiel arbitraire de la terre.

10 Le signal de sortie  $V_{SA1}$  de l'amplificateur A1 est transmis comme signal de commande d'un transistor T1 de type NPN. L'émetteur de ce transistor est connecté à la borne  $-V_2$  de l'alimentation électrique VAL et le collecteur, via une résistance R1 à la borne  $+V_1$ , d'une part, et, d'autre  
15 part à la cathode d'une diode D en série avec une résistance de limitation R2.

Cet ensemble constitue une source de courant impulsionnel pour l'alimentation de la diode laser 4, la résistance R2 étant connectée à la cathode de celle-ci.

20 Le signal de sortie  $V_T$  du générateur d'impulsions de test est également transmis à une des entrées du signal d'un autre amplificateur différentiel A4. La seconde entrée de cet amplificateur A4 est connectée à une des voies (voie II) d'un commutateur K à deux voies actionné par le signal de commande SMT. L'autre voie (voie I) est connectée à une entrée  $e_A$  d'autorisation d'émission du générateur d'impulsion 20.

25 En position de repos, voie I fermée, le commutateur K transmet au générateur 20 un potentiel bloquant l'émission ; par exemple le potentiel de la terre. En position de travail, voie I ouverte et voie II fermée, l'émission est autorisée.

30 Un transistor F1 à effet de champ est disposé entre la cathode de la diode laser 4 et l'entrée d'un amplificateur A2. De façon classique, une résistance de charge R3 est connectée entre cette entrée et le potentiel de la terre.

Ce transistor F1 joue le rôle d'un commutateur électronique. A cette fin, il reçoit sur sa grille le signal de sortie  $V_{SA4}$  de l'amplificateur A4.

L'impulsion de test  $V_1$  bloque, via l'amplificateur A4, la conduction du transistor F1 pendant toute sa durée.

Pendant ce temps, la diode laser, alimentée par l'impulsion de courant  $i$  fournie via le circuit série transistor T1-diode D -résistance 20, est en mode émetteur. Une impulsion lumineuse est donc générée et transmise par la fibre optique f.

Ensuite, le transistor F1, au temps de récupération près des éléments électroniques utilisés, redevient conducteur et la diode laser 4 est en mode récepteur. L'énergie lumineuse de rétrodiffusion captée par la diode 4 est donc transmise à l'amplificateur A2 dont le signal de sortie  $V_{SA2}$  est transmis à des organes de traitement (figure 4 : 24) et de visualisation (figure 1 : VISU) non représentés.

Le dispositif comprend également un amplificateur A3 recevant sur une entrée de signal, le signal  $V_{DO}$  représentant les données à transmettre. Le signal de sortie  $V_{SA3}$  de cet amplificateur est transmis à la grille d'un second transistor F2 à effet de champ. Celui-ci est disposé entre la borne d'alimentation - V2 et la cathode de la diode 4. L'amplificateur A3 comprend également une entrée d'échantillonnage  $e_{A3}$  connectée à la voie II du commutateur K qui en interdit le fonctionnement quand le commutateur est en position de travail : potentiel de la terre transmis à l'entrée d'échantillonnage. Le transistor à effet de champ est alors bloqué. Dans le cas contraire, la diode 4 est alimentée par des signaux en courant  $i$ , fournis par le transistor F1, représentant les informations à transmettre, et qui modulent l'intensité optique émise par cette diode.

La diode 4 génère alors des signaux lumineux modulés par les informations à transmettre et guidés par la fibre optique f.

Les éléments électroniques qui viennent d'être décrits sont des éléments standards dont le choix est à la portée de l'homme de métier. Il va de soi également que le commutateur électromécanique K peut être remplacé par un élément équivalent électronique commandé par les signaux de sélection SMT entre le mode test et le mode transmission, la génération de ce dernier signal pouvant s'effectuer de façon entièrement automatique.

La figure 6 est un chronogramme illustrant le fonctionnement du dispositif qui vient d'être décrit.

Sur l'axe des temps  $t$  est représenté un temps origine arbitraire  $t_0$ . Entre l'instant  $t_0$  et un temps référencé  $t_5$  le signal  $V_T$  est à l'état actif de commande de test, par exemple, ce signal était représenté sous la forme d'un signal binaire, à l'état logique "1". Il bloque alors toute possibilité  
 5 d'amplification et de transmission de données. Le signal  $V_{SA3}$  a été représenté à l'état "0" logique.

Pendant la période de test, le générateur 20 est autorisé à émettre des impulsions  $V_T$ . De manière préférentielle, la génération d'impulsions  $V_T$  s'effectue de manière répétitive. Il a été représenté, sur la figure 6 quatre  
 10 impulsions régulièrement espacées débutant aux instants  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  et  $t_4$ . La période de récurrence  $TT$  doit être au moins égale au temps nécessaire aux impulsions lumineuses générées par la diode 4 pour effectuer un aller et retour dans la fibre optique  $f$ .

Comme il a été rappelé, la durée de l'impulsion doit être très  
 15 inférieure à cette période  $TT$ .

Le signal de commande  $V_{SA4}$  du transistor F1 est la recopie logique inversée des signaux impulsionnels  $V_T$ , le transistor F1 étant conducteur pour  $V_{SA4}$  à l'état logique "1" et bloqué dans le cas contraire.

Le courant  $i$ , d'amplitude maximale  $I_T$ , traversant la diode laser 4 est  
 20 la recopie logique des impulsions de test  $V_T$ .

Il a été également porté sur le graphique l'allure des signaux  $V_{SA2}$  qui représente, après amplifications, les signaux de sortie de la diode  $D_4$  issus de la conversion photoélectrique de l'énergie optique de rétrodiffusion captée. Ces signaux ont la forme représentée sur la figure 2.

25 Dans un but d'illustration, il a été représenté l'effet d'une perturbation le long de la fibre optique. On constate alors une irrégularité dans la décroissance du signal  $V_{SA2}$  aux instants  $t'_1$ ,  $t'_2$ ,  $t'_3$  et  $t'_4$ , c'est-à-dire après un intervalle de temps  $TT'$  inférieur à  $TT$ . Comme il a été rappelé, de la connaissance de cet intervalle de temps peut être déduite la localisation de  
 30 la perturbation. L'allure de l'irrégularité dans la courbe de réponse et son amplitude peuvent également apporter des indications quant à la nature probable du défaut.

Après l'instant  $t_5$ , l'émission d'impulsions de test est bloquée, courbe  $V_{SA4}$ , par contre les signaux de données  $V_{DO}$  peuvent être amplifiés. Il

s'ensuit une modulation du courant  $i$  dans la diode 4, recopie de ces signaux et d'amplitude maximale  $I_D$ .

En général, l'amplitude  $I_T$  des impulsions de courant de test par rétrodiffusion, doit être beaucoup plus importante que celle,  $I_D$ , des signaux d'information. En effet, la quantité de lumière rétrodiffusée est très faible.

Jusqu'à présent, il a été supposé implicitement que les transmissions de données étaient de type unidirectionnel entre une station émettrice et une station réceptrice. Les dispositions spécifiques à l'invention sont cependant entièrement compatibles avec des transmissions bidirectionnelles à l'alternat entre deux stations émettrices-réceptrices.

Le test de rétrodiffusion peut alors s'effectuer à partir de l'une et l'autre de ces stations.

La figure 7 illustre l'architecture d'un système de transmission de ce type.

Le dispositif constituant chaque station  $ST_1$  et  $ST_2$  comprend des circuits d'émission de données, 101 et 201 respectivement et des circuits de test, 102 et 202 respectivement. Ces deux circuits sont identiques aux circuits décrits en relation avec les figures 4 et 5.

Il en est de même des commutateurs 103 et 203 qui jouent un rôle identique aux commutateurs 3 du dispositif de la figure 4. Ces commutateurs sont actionnés par des signaux de sélection entre les modes test et transmission :  $SMT_1$  et  $SMT_2$  générés respectivement par des circuits de sélection de mode 105 et 106.

Enfin, les diodes 104 et 204, ainsi que la fibre optique  $f$  de liaison sont identiques à la diode 4 et à la fibre optique de même référence du dispositif des figures 4 et 5.

Les diodes sont en outre utilisées non seulement pour émettre des impulsions lumineuses de test et des signaux lumineux modulés par les données et capter l'énergie rétrodiffusée, mais également pour capter et convertir en signaux électriques l'énergie lumineuse véhiculée par les signaux représentant les données.

Pour ce faire, les dispositifs des stations  $ST_1$  et  $ST_2$  comprennent en outre des circuits de réception de données 105 et 205 ainsi que des circuits commutateurs supplémentaires 106 et 206 interposés entre les commuta-

teurs de sélection des modes test et transmission, 103 et 203 et les circuits d'émission et de réception de données : 101 et 105, d'une part, et 201 et 205, d'autre part.

5 Ces commutateurs 106 et 206 sont sous la commande de signaux de sélection de modes émission ou réception : respectivement  $SER_1$  et  $SER_2$  pour assurer le fonctionnement à l'alternat.

Le dispositif représenté à la figure 5 peut être utilisé dans le cadre de cette architecture sans modification importante.

10 La figure 8 représente un exemple de dispositif pouvant convenir dans le cadre d'une transmission bidirectionnelle à l'alternat.

La seule modification nécessaire au dispositif représenté à la figure 5 est l'insertion d'un commutateur supplémentaire K' en série sur la voie II du commutateur K et l'amplificateur A4.

15 Ce commutateur K' comporte également deux voies : en position I l'entrée de l'amplificateur A4 et l'entrée d'échantillonnage  $e_{A3}$  de l'amplificateur A3 sont connectées à la borne + V de l'alimentation VAL et en position II à la voie II du commutateur K. La commutation entre ces deux positions s'effectue sous la commande d'un signal de sélection des modes transmission et réception SER.

20 Les autres éléments sont identiques à ceux du dispositif de la figure 5, portent les mêmes références et ne seront pas redécrits.

En fonction des positions respectives des commutateurs K et K', l'amplificateur A4 sert alternativement à la réception des signaux de test de rétrodiffusion et de signaux de données.

25 L'invention n'est naturellement pas limitée aux seuls exemples de réalisation concrètes qui viennent d'être décrits en relation notamment avec les figures 5 et 8 mais s'étend à toutes variantes à la portée de l'Homme de Métier.

30 Elle permet donc de façon très simple et souple, sans avoir recours à des éléments optiques de commutation spatiale délicats à mettre en oeuvre et, surtout, sans apporter d'affaiblissements optiques supplémentaires, d'effectuer des tests in situ des paramètres optiques essentiels associés à la liaison optique de transmission d'informations, paramètres permettant de juger de la qualité de la liaison.



REVENDICATIONS

1. Dispositif opto-électronique émetteur-récepteur dans un système de transmission d'informations par un canal à fibre optique (1) entre des première ( $ST_1$ ) et seconde ( $ST_2$ ) stations comprenant une source d'énergie radiante (4), des circuits (1) de modulation de l'intensité optique émise par  
5 cette source par des signaux ( $VD_0$ ) représentant des informations à transmettre et des circuits de test (2) in situ, par la méthode de mesure utilisant la rétrodiffusion d'énergie lumineuse guidée dans une fibre optique, de paramètres optiques associés audit canal de liaison, comprenant des circuits (20, 21) de génération de signaux électriques impulsionnels, caractérisé en  
10 ce que la source d'énergie radiante (4) est une diode semiconductrice qui, polarisée dans le sens direct, émet de la lumière d'une longueur d'onde déterminée et qui, polarisée en sens inverse, est détectrice de lumière de même longueur d'onde ;

et en ce qu'il comprend des circuits de sélection (5) d'un mode test et  
15 d'un mode transmission d'informations générant un signal de commande (SMT) à deux états, chaque état sélectionnant l'un desdits modes, des premiers moyens de commutation (3) à deux voies commandés par ce signal connectant alternativement ladite diode semiconductrice (4) aux circuits de test et aux circuits de modulation (1) ; les circuits de test (2) comprenant en  
20 outre des circuits de traitement de signaux électriques (23, 24) reçus de ladite diode semiconductrice (4) et des deuxièmes moyens de commutation (22) connectés à l'une des voies des premiers moyens de commutation (3) de manière à connecter ladite diode semiconductrice (4) aux circuits de génération de signaux électriques impulsionnels (20, 21) pendant la durée de  
25 ces signaux et aux circuits (23, 24) de traitement de signaux électriques en l'absence de ces signaux.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la diode semiconductrice (4) est du type : "Gallium-Aluminium-Arsenic/Gallium-Arsenic".

30 3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la diode semiconductrice (4) est du type : "Gallium-Indium-Arsenic-Phosphore/Indium-Phosphore".

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la diode semiconductrice (4) est du type "Gallium-Aluminium-Arsenic" présentant une structure de type "jonction transversale ruban".

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de commutation à deux voies (3, 22) sont des commutateurs électroniques à semiconducteurs.

6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les circuits de modulation (1) et les circuits de génération (20, 21) de signaux électriques impulsionnels sont des générateurs d'impulsions de courant (i) d'une première amplitude maximale ( $I_T$ ) pendant la sélection du mode test et d'une seconde amplitude maximale ( $I_D$ ), plus faible que ladite première amplitude, pendant la sélection du mode transmission d'informations ; ce courant (i) circulant dans ladite diode semiconductrice en sens direct de manière à ce qu'elle émette de l'énergie lumineuse fonction desdites première et seconde amplitudes maximales.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits circuits de sélection de mode (5) émettant un signal de commande (SMT) de durée suffisante pour permettre l'émission d'une série de signaux impulsionnels de courant de ladite première amplitude, deux signaux consécutifs étant séparés par un intervalle de temps (TT) supérieur au temps nécessaire à la lumière pour parcourir un aller et retour dans le canal de liaison à fibre optique (f) reliant les première ( $ST_1$ ) et seconde ( $ST_2$ ) stations.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, chacune desdites premières ( $ST_1$ ) et seconde ( $ST_2$ ) stations pouvant fonctionner en émetteur et en récepteur d'informations, il comprend en outre des circuits (106, 206) de traitement de signaux électriques issus de la détection et de la conversion par ladite diode semiconductrice (104, 204), de signaux lumineux représentant des informations, reçus par ces stations et des troisièmes moyens de commutation à deux voies (106, 206), disposés entre les premiers moyens de commutation (103, 203), d'une part, et les circuits de modulation (101, 201) et les circuits de traitement de signaux électriques (106, 206) issus de la détection et de la conversion desdits signaux lumineux, d'autre part, de manière à connecter ladite diode semiconductrice (104, 204), via les premiers moyens de commutation (103, 203),

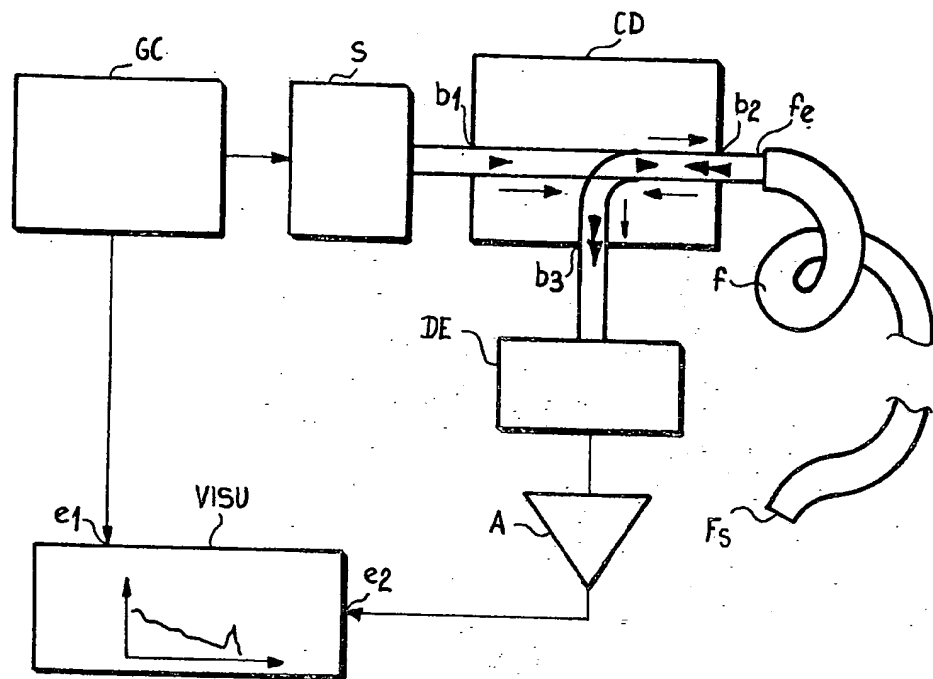
2570841

18

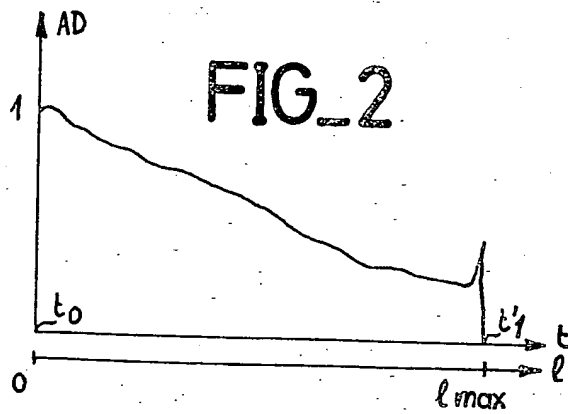
à ces circuits de traitement (106, 206) lorsque la station fonctionne en récepteur d'informations et aux circuits de modulation (101, 201) lorsque la station fonctionne en émetteur d'informations.

1/5

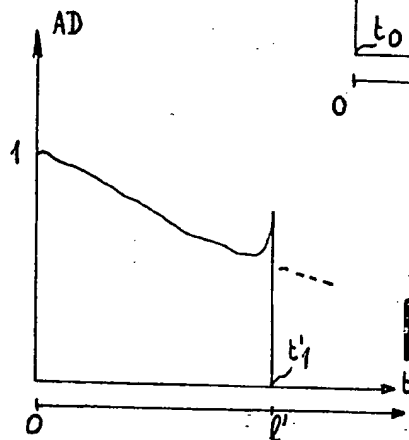
FIG\_1



FIG\_2

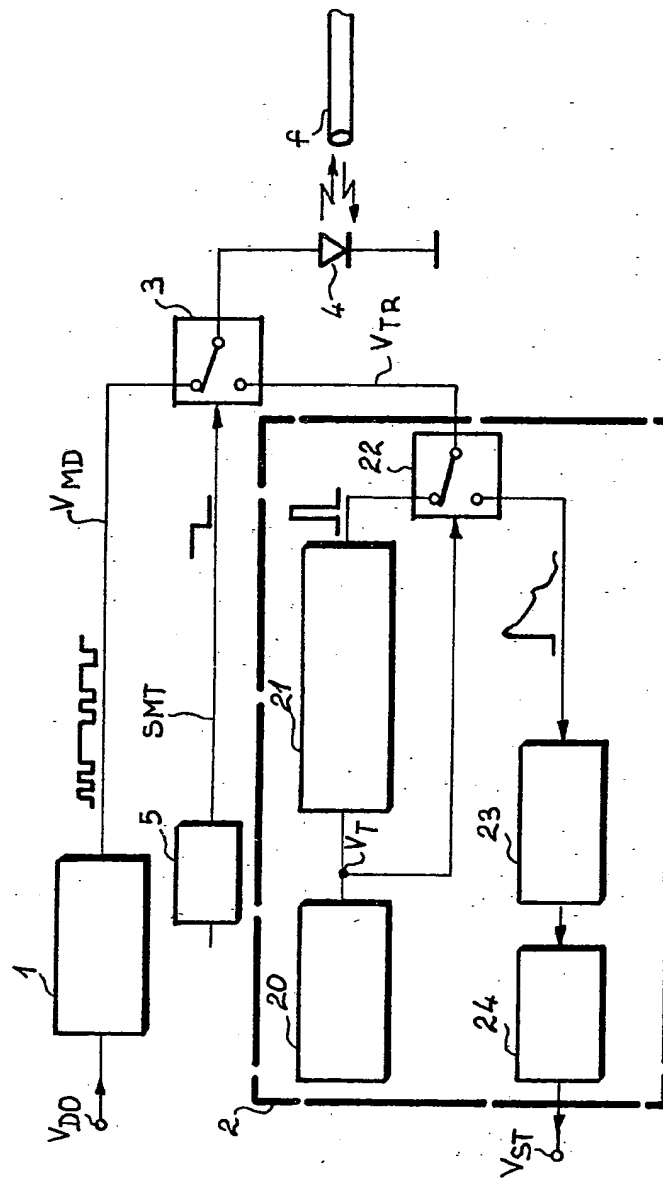


FIG\_3



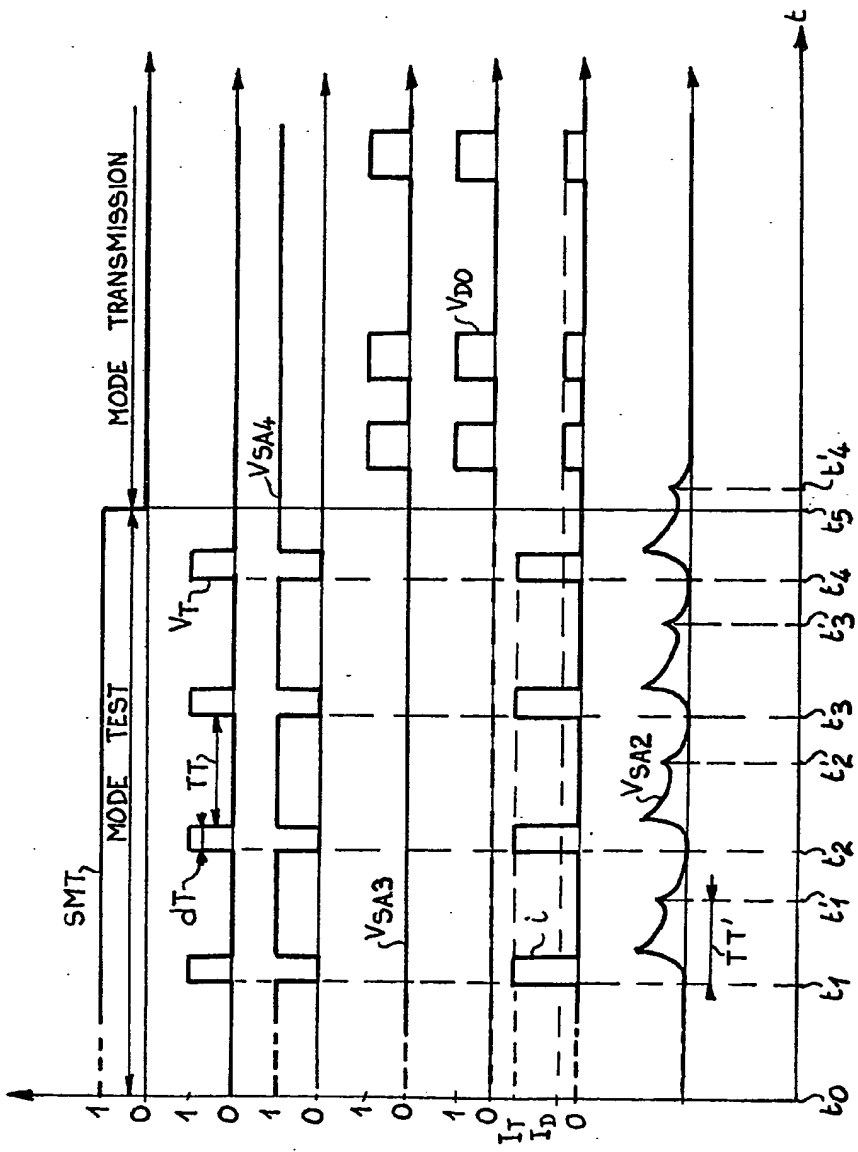
2/5

FIG\_4



5

Schematic diagram of a control system for a synchronous motor (SMT). The diagram includes a motor (207) with terminals I, II, and SMT. A feedback signal is taken from the motor and fed into a control circuit. The control circuit consists of several operational amplifiers (A1, A2, A3, A4), resistors (R1, R2, R3), capacitors (C1, C2), and a diode (D). The output of the control circuit is connected to the motor. The diagram is labeled with various electrical symbols and component values.



FIG\_6

5/5

FIG. 7

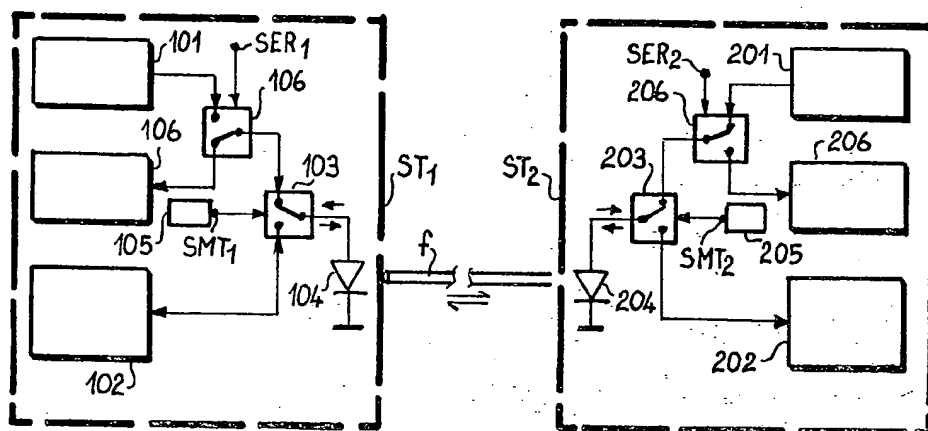


FIG. 8

